

DT05 Rec'd PCT/PTO 25 OCT 2004

DOCKET NO.: 260742US3PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Akinobu KAKIMOTO, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/05123

INTERNATIONAL FILING DATE: April 22, 2003

FOR: PROCESSING DEVICE USING SHOWER HEAD STRUCTURE AND PROCESSING METHOD

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2002-123145	24 April 2002
Japan	2003-028876	05 February 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/05123. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



C. Irvin McClelland
Attorney of Record
Registration No. 21,124
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

日本国特

JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 09 MAY
WIPO
F

22.04.03

10 Rec'd PCT/JP 27 OCT 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 2月 5日

出願番号

Application Number:

特願2003-028876

[ST.10/C]:

[JP2003-028876]

出願人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**

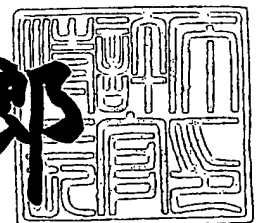
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

2003年 4月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3023946

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP022443

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/22

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 柿本 明修

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 大下 健太郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 松土 昌彦

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代表者】 東 哲郎

【代理人】

【識別番号】 100090125

【弁理士】

【氏名又は名称】 浅井 章弘

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-123145

【出願日】 平成14年 4月24日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049906

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理装置及び処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造のガス噴射面に形成した複数のガス噴射孔より、所定の処理ガスを前記処理容器内に導入し、前記シャワーヘッド構造に対向させて配置した載置台の載置面上に載置された被処理体に所定の処理を施すようにした処理装置において、

前記シャワーヘッド構造は、

前記ガス噴射面と前記載置台との間のヘッド距離と、前記ガス噴射孔からのガス吹き出し速度との関係が、前記ヘッド距離が15mmの時は前記ガス吹き出し速度が32m/secのポイントと67m/secのポイントと、前記ヘッド距離が77mmの時は前記ガス吹き出し速度が40m/secのポイントと113m/secのポイントの各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内になるように設定されることを特徴とする処理装置。

【請求項2】 前記ガス噴射面の前記ガス噴射孔の形成領域の直径は、前記被処理体の直径と同一、或いはこれよりも小さく設定されていることを特徴とする請求項1記載の処理装置。

【請求項3】 前記ガス噴射孔の形成領域の直径は、前記被処理体の直径の70～100%の範囲内であることを特徴とする請求項2記載の処理装置。

【請求項4】 前記処理ガスは、前記被処理体の表面に形成されている金属酸化膜を改質するためのオゾン含有ガスであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の処理装置。

【請求項5】 前記金属酸化膜はタンタル酸化膜であることを特徴とする請求項4記載の処理装置。

【請求項6】 処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造のガス噴射面に形成した複数のガス噴射孔より、所定の処理ガスを前記処理容器内に導入し、前記シャワーヘッド構造に対向させて配置した載置台の載置面上に載置された被処理体に所定の処理を施すようにした処理方法において、

前記ガス噴射面と前記載置台との間のヘッド距離と、前記ガス噴射孔からのガス吹き出し速度との関係が、前記ヘッド距離が15mmの時は前記ガス吹き出し速度が32m/secのポイントと67m/secのポイントと、前記ヘッド距離が77mmの時は前記ガス吹き出し速度が40m/secのポイントと113m/secのポイントの各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内になるように設定されることを特徴とする処理方法。

【請求項7】 前記処理ガスは、前記被処理体の表面に形成されている金属酸化膜を改質するためのオゾン含有ガスであることを特徴とする請求項6記載の処理方法。

【請求項8】 前記金属酸化膜はタンタル酸化膜であることを特徴とする請求項7記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハ等の被処理体の処理装置及び処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、半導体集積回路を製造するには、半導体ウエハ等の被処理体に、成膜処理、エッチング処理、熱処理、改質処理、結晶化処理等の各種の枚葉処理を繰り返し行なって、所望する集積回路を形成するようになっている。上記したような各種の処理を行なう場合には、その処理の種類に対応して必要な処理ガス、例えば成膜処理の場合には成膜ガスを、改質処理の場合にはオゾンガス等を、結晶化処理の場合には N_2 ガス等の不活性ガスや O_2 ガス等をそれぞれ処理容器内へ導入する。

例えば半導体ウエハに対して1枚毎に熱処理を施す枚葉式の処理装置を例にとれば、真空引き可能になされた処理容器内に、例えば抵抗加熱ヒータを内蔵した載置台を設置し、この上面に半導体ウエハを載置した状態で所定の処理ガスを流し、所定のプロセス条件下にてウエハに各種の熱処理を施すようになっている。

【0003】

ところで、上述のような各種の熱処理を行うにあたって、できるだけ生産性を高く維持し、且つ製品化後の電気的特性を良好にするためには、各熱処理の面内均一性を高くすると共に、そのスループットも向上させなければならない。ここで例えば、キャパシタ等に用いるタンタル酸化膜 (Ta_2O_5) の改質処理を例にとれば、真空排気が可能になされた処理容器内へオゾンを導入し、ウエハ表面のタンタル酸化膜を上記 O_3 (オゾン) の存在下でアニールすることにより改質処理を行う。この改質処理によって、タンタル酸化膜中の炭素成分を CO_2 として取り除き、これにより、下地のポリシリコン層とタンタル酸化膜との界面に SiO_2 膜が形成されることを促進させて電気的特性を向上させることができる。そして、このような改質処理の効率を上げるために、改質時のウエハ温度やオゾン濃度を十分に上げることが行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、現在の半導体集積回路の製造工程では、利潤追及のため及び競争率の激化により、更なる生産性の向上が望まれているが、上述した改質時の温度には、これに先行する工程で形成されている下地の各層の耐熱性より自ら上限温度があり、下地の膜種にもよるが、その上限温度は例えば $720^{\circ}C$ 程度であることから、スループットを向上させる目的で、改質時のウエハ温度を極端に上げることは現状では困難である。

また、スループットを向上させるために、発生するオゾン濃度を更に上げることも考えられるが、このオゾン濃度は、オゾン発生器の制約を受けてしまい、現行のオゾン濃度以上に上げるのは現況において困難である。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、熱処理の面内均一性を低下させることなく高く維持して、熱処理のスループットを向上させることが可能な処理装置及び処理方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、熱処理、特に改質処理時のオゾン存在下でのアニールによる改

質処理について鋭意研究した結果、シャワーヘッド構造より供給する処理ガスの吹き出し速度をある程度の速い範囲内に設定することにより、改質効率を促進させることができる、という知見を得ることにより、本発明に至ったものである。

請求項1に係る発明は、処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造のガス噴射面に形成した複数のガス噴射孔より、所定の処理ガスを前記処理容器内に導入し、前記シャワーヘッド構造に対向させて配置した載置台の載置面上に載置された被処理体に所定の処理を施すようにした処理装置において、前記シャワーヘッド構造は、前記ガス噴射面と前記載置台との間のヘッド距離と、前記ガス噴射孔からのガス吹き出し速度との関係が、前記ヘッド距離が15mmの時は前記ガス吹き出し速度が32m/secのポイントと67m/secのポイントと、前記ヘッド距離が77mmの時は前記ガス吹き出し速度が40m/secのポイントと113m/secのポイントの各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内になるように設定されることを特徴とする処理装置である。

このように、シャワーヘッド構造のガス噴射孔からのガス吹き出し速度を、シャワーヘッド構造と載置台との間の距離であるヘッド距離との関係で最適な範囲内に設定するようにしたので、処理の面内均一性を高く維持したまま、処理効率を向上させてスループットを大きくすることが可能となる。

【0006】

この場合、例えば請求項2に規定するように、前記ガス噴射面の前記ガス噴射孔の形成領域の直径は、前記被処理体の直径と同一、或いはこれよりも小さく設定されている。このように、ガス噴射孔の形成領域の直径を被処理体の直径よりも小さく設定することで、処理の面内均一性を一層向上させることが可能となる。

この場合、例えば請求項3に規定するように、前記ガス噴射孔の形成領域の直径は、前記被処理体の直径の70～100%の範囲内である。

【0007】

また、例えば請求項4に規定するように、前記処理ガスは、前記被処理体の表面に形成されている金属酸化膜を改質するためのオゾン含有ガスである。

また、例えば請求項5に規定するように、前記金属酸化膜はタンタル酸化膜で

ある。

請求項6は、上記処理装置で実施される方法発明を規定したものであり、すなわち処理容器の天井部に設けたシャワーヘッド構造のガス噴射面に形成した複数のガス噴射孔より、所定の処理ガスを前記処理容器内に導入し、前記シャワーヘッド構造に対向させて配置した載置台の載置面上に載置された被処理体に所定の処理を施すようにした処理方法において、前記ガス噴射面と前記載置台との間のヘッド距離と、前記ガス噴射孔からのガス吹き出し速度との関係が、前記ヘッド距離が15mmの時は前記ガス吹き出し速度が32m/secのポイントと67m/secのポイントと、前記ヘッド距離が77mmの時は前記ガス吹き出し速度が40m/secのポイントと113m/secのポイントの各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内になるように設定されることを特徴とする処理方法である。

【0008】

この場合、例えば請求項7に規定するように、前記処理ガスは、前記被処理体の表面に形成されている金属酸化膜を改質するためのオゾン含有ガスである。

また、例えば請求項8に規定するように、前記金属酸化膜はタンタル酸化膜である。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る処理装置及び処理方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明に係る処理装置を示す断面構成図、図2はシャワーヘッド構造を示す下面図、図3はヘッド距離とガス吹き出し速度との関係の最適範囲を示す図である。ここでは処理装置として、タンタル酸化膜をアニールして改質するための処理装置を例にとって説明する。

図示するようにこの処理装置2は、例えば断面の内部が略円形状になされたアルミニウム製の処理容器4を有している。この処理容器4内の天井部には必要な処理ガス、例えば酸素(O_2)とオゾン(O_3)の混合ガス、或いはこれに酸素の活性種(*O)が加えられた混合ガスを導入するためにガス供給手段である本

発明の特徴とするシャワーヘッド構造 6 が設けられており、この下面のガス噴射面 8 に設けた多数のガス噴射孔 10 から処理空間 S に向けて処理ガスを吹き出すようにして噴射するようになっている。

【0010】

このシャワーヘッド構造 6 内には、中空状のガス拡散室 12 が形成されており、ここに導入された処理ガスを平面方向へ拡散した後、上記各ガス噴射孔 10 より吹き出すようになっている。このシャワーヘッド構造 6 の全体は、例えばニッケルやハステロイ（登録商標）等のニッケル合金、アルミニウム、或いはアルミニウム合金により形成されている。このシャワーヘッド構造 6 のガス噴射面 8 の周縁部には処理ガスの流れを下方向へ案内するために下方へ突出した案内突起 14 がリング状に形成されている。そして、このシャワーヘッド構造 6 と処理容器 4 の上端開口部との接合部には、例えばＯリング等よりなるシール部材 16 がそれぞれ介在されており、処理容器 4 内の気密性を維持するようになっている。

【0011】

また、処理容器 4 の側壁 4A には、この処理容器 4 内に対して被処理体としての半導体ウエハ W を搬入搬出するための搬出入口 18 が設けられると共に、この搬出入口 18 には、気密に開閉可能になされたゲートバルブ 20 が設けられている。

そして、この処理容器 4 の底部 22 に排気落とし込め空間 24 が形成されている。具体的には、この容器底部 22 の中央部には大きな開口 26 が形成されており、この開口 26 に、その下方へ延びる有底円筒体状の円筒区画壁 28 を連結してその内部に上記排気落とし込め空間 24 を形成している。そして、この空間 24 を区画する円筒区画壁 28 の底部 28A には、これより起立させて例えば円筒体状の支柱 30 が設けられており、この上端部に載置台 32 が固定されている。

【0012】

そして、上記排気落とし込め空間 24 の入口開口 26 は、載置台 32 の直径よりも小さく設定されており、上記載置台 32 の周縁部の外側を流下する処理ガスが載置台 32 の下方に回り込んで入口開口 26 へ流入するようになっている。また、処理容器 4 の内側壁には、上記載置台 32 の下部近傍に向けて内側へ突出さ

せた案内板 34 がリング状に設けられており、排気される雰囲気を上記入口開口 26 へ向けるようになっている。そして、上記円筒区画壁 28 の下部側壁には、この排気落とし込み空間 24 に臨ませて排気口 36 が形成されており、この排気口 36 には、図示しない真空ポンプが介設された排気管 38 が接続されて、処理容器 4 内及び排気落とし込み空間 24 の雰囲気を排気できるようになっている。

【0013】

そして、この排気管 38 の途中には、開度コントロールが可能になされた図示しない圧力調整弁が介設されており、この弁開度を自動的に調整することにより、上記処理容器 4 内の圧力を一定値に維持したり、或いは所望する圧力へ迅速に変化させ得るようになっている。

また、上記載置台 32 は、加熱手段として例えば内部に所定のパターン形状に配置された抵抗加熱ヒータ 40 を有しており、この外側は焼結された例えば AlN 等よりなるセラミックスにより構成され、上面に被処理体としての半導体ウエハ W を載置し得るようになっている。また、上記抵抗加熱ヒータ 40 は上記支柱 30 内に配設された給電線 42 に接続されて、電力を制御しつつ供給できるようになっている。

【0014】

上記載置台 32 には、この上下方向に貫通して複数、例えば 3 本のピン挿通孔 44 が形成されており（図 1 においては 2 つのみ示す）、上記各ピン挿通孔 44 に上下移動可能に遊嵌状態で挿通させた押し上げピン 46 を配置している。この押し上げピン 46 の下端には、円形リング形状の一部を欠いてなる円弧形状に形成された例えばアルミナのようなセラミックス製の押し上げリング 48 が配置されており、この押し上げリング 48 の上面に、上記各押し上げピン 46 の下端は支持されている。この押し上げリング 48 から延びるアーム部 48A は、容器底部 22 を貫通して設けられる出沒ロッド 50 に連結されており、この出沒ロッド 50 はアクチュエータ 52 により昇降可能になされている。これにより、上記各押し上げピン 46 をウエハ W の受け渡し時に各ピン挿通孔 44 の上端から上方へ出沒させるようになっている。また、アクチュエータ 52 の出沒ロッド 50 の容器底部の貫通部には、伸縮可能なベローズ 54 が介設されており、上記出沒ロッド

ド50が処理容器4内の気密性を維持しつつ昇降できるようになっている。

【0015】

ここで本発明の特徴とする上記シャワーヘッド構造6について具体的に説明すると、このシャワーヘッド構造6にあつては、図2にも示すようにガス噴射孔10は略円形の領域に略均等に分散させて多数形成されている。各ガス噴射孔10の内径は、例えば0.4～0.8mm程度であり、また、ガス噴射孔10の個数は50～800個程度である。そして、このガス噴射孔10が形成されている円形の形成領域56の直径D1を、半導体ウエハWの直径D2（図1参照）と同一、或いはこれよりも小さく設定するのがよく、好ましくは、上記形成領域56の直径D1を、上記ウエハWの直径D2の70～100%の範囲内に設定するのがよい。

【0016】

更に、上記ガス噴射面8と上記載置台32の載置面32Aとの間の距離をヘッド距離L1とすると、上記ヘッド距離L1と、上記ガス噴射孔10からのガス吹き出し速度V1との関係が、上記ヘッド距離L1が15mmの時は上記ガス吹き出し速度V1が32m/secのポイントと67m/secのポイントと、上記ヘッド距離L1が77mmの時は上記ガス吹き出し速度V1が40m/secのポイントと113m/secのポイントの各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内、すなわち図3に示すグラフにおいて斜線で示される範囲内になるように設定される。

このように、ヘッド距離L1とガス吹き出し速度V1との関係を、図3に示す斜線の範囲内に設定することにより、後述するようにウエハ面上におけるガス流の表面速度を最適化して、処理の面内均一性を高く維持できると共に、処理効率を向上させてスループットも向上させることが可能となる。

【0017】

次に、以上のように構成された処理装置の動作について説明する。

まず、半導体ウエハWの搬入に先立って、例えば図示しないロードロック室に接続されたこの処理装置2の処理容器4内は例えば真空引きされており、また、ウエハWを載置する載置台32は加熱手段である抵抗加熱ヒータ40によって所

定の温度に昇温されて安定的に維持されている。

さて、このような状態において、まず、未処理の半導体ウエハWは、図示しない搬送アームに保持されて開状態となったゲートバルブ20、搬出入口18を介して処理容器4内へ搬入され、このウエハWは、上昇された押し上げピン46に受け渡された後に、この押し上げピン46を降下させることにより、ウエハWを載置台32の上面に載置してこれを支持する。尚、このシリコン基板よりなるウエハWの表面には、前工程で金属酸化膜として例えばタンタル酸化膜が形成されている。

次に、シャワーヘッド構造6へ処理ガスとして例えば O_2 や O_3 を含む処理ガスを流量制御しつつ供給して、このガスをガス噴射孔10より吹き出して噴射し、処理空間Sへ導入する。そして、図示していないが排気管38に設けた真空ポンプの駆動を継続することにより、処理容器4内や排気落とし込め空間24内の雰囲気気を真空引きし、そして、圧力調整弁の弁開度を調整して処理空間Sの雰囲気気を所定のプロセス圧力に維持する。この時、ウエハWの温度は例えば $660^{\circ}C$ 程度に維持されている。これにより、半導体ウエハWの表面のタンタル酸化膜はアニールされて上記 O_2 や O_3 等により改質されることになる。

【0018】

この時、前述したように上記ヘッド距離L1と、上記ガス噴射孔10からのガス吹き出し速度V1との関係が、上記ヘッド距離L1が15mmの時は上記ガス吹き出し速度V1が 32 m/sec のポイントP1と 67 m/sec のポイントP2と、上記ヘッド距離L1が77mmの時は上記ガス吹き出し速度V1が 40 m/sec のポイントP3と 113 m/sec のポイントP4の各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内、すなわち図3に示すグラフにおいて斜線で示される範囲内になるように設定されている。

このように、ヘッド距離L1とガス吹き出し速度V1との関係を、図3に示す斜線の範囲内に設定することにより、ウエハ面上におけるガス流の表面速度を最適化して、処理の面内均一性を高く維持できると共に、処理効率を向上させてスループットも向上させることが可能となる。

【0019】

この点について以下に詳細に説明する。

図4は直径が200mmのシリコン基板よりなる半導体ウエハに対してアニールを施して改質処理を行った時のガス吹き出し速度とこの時形成された SiO_2 の膜厚との関係を示すグラフ、図5は O_3 濃度と SiO_2 膜の膜厚との関係を示すグラフ、図6はヘッド距離が77mmの時のガス吹き出し速度の上限値を説明するためのグラフである。

【0020】

図4に示すように、改質能力を評価するために、ここではシャワーヘッド構造6のガス噴射孔10から吹き出されるガスの吹き出し速度 V_1 と、この時形成される SiO_2 膜の膜厚との関係を調べた。用いたウエハサイズは200mmであり、ヘッド距離 L_1 は77mmである。また、プロセス温度は660℃、プロセス圧力は30 Torr (4000 Pa) である。更に、図4の曲線A、Bにおいては、 O_2 ガスの流量は10000 sccm、 O_3 ガスの流量はトータル流量の1.30%でそれぞれ一定である。また、吹き出し速度を変化させるために N_2 ガスを0~7000 sccmの範囲で適宜変更して添加している。また、図4の曲線Cにおいては、 O_2 ガスの流量を7000~10000 sccmまで変化させ、 O_3 ガスの流量はトータル流量の1.30%、また、 N_2 ガスは添加せずに、所定の流速を得るようにしている。

【0021】

尚、ここで改質処理能力の評価として SiO_2 膜の膜厚（成膜レート）で代用した理由は、改質処理能力が高くなるほど、 SiO_2 膜の成膜レートも高くなり、結果として、同一時間内の改質処理においては SiO_2 膜の厚いものの方が、改質処理能力が高いと判断できるためである。

また、吹き出し速度 V_1 を変化させるために O_2 ガス流量、 N_2 ガス流量をそれぞれ変化させている。これによれば、吹き出し速度 V_1 のみならず、 O_3 濃度も変化することになる。しかし、図5に示すように、 SiO_2 膜の膜厚と O_3 濃度との関係は、本実施例で用いる濃度範囲においては略フラット（平坦）となつて O_3 濃度の依存性は非常に小さくなり、従って、図4における SiO_2 成膜レートの変化は、以下に説明するようにガス吹き出し速度 V_1 に依存する、と言っ

てよい。尚、図5では O_3 濃度を0.5～2.5%の範囲で変化させている。

【0022】

また、ガス吹き出し速度 V_1 は、以下の式にて示される。

$$V_1 = Q \cdot (273 + T) / (K \cdot A \cdot P \cdot 273)$$

Q : ガス流量 (sccm)

A : シャワーヘッド全吹き出し口面積 (m^2)

P : シャワーヘッド吹き出し口における圧力 (Pa)

T : シャワーヘッド温度 ($^{\circ}C$)

K : 変換定数 = 592

【0023】

さて、図4において、曲線Aはガス噴射孔10の内径が0.8mm、数が368個の場合であって、これは従来のシャワーヘッド構造を示している。特に、この曲線Aの内、最も左側のポイントA1で表される条件で従来の改質アニール処理が行われていた。曲線Bはガス噴射孔10の内径が0.8mm、数が140個、曲線Cはガス噴射孔10の内径が0.8mm、数が88個の場合をそれぞれ示している。尚、ガス噴射孔10の数が140個或いは88個のシャワーヘッド構造は、従来のシャワーヘッド構造において最外周側より数列までの全てのガス噴射孔10を封止することにより、それぞれ容易に実現することができる。

【0024】

このグラフから明らかなように、全体的にガス吹き出し速度 V_1 を上げることにより、改質によって形成される SiO_2 の膜厚(成膜レート)も上昇することが判明する。

この場合、曲線Aで示される従来のシャワーヘッド構造では、ポイントA1では膜厚は20Å程度であり、ガス吹き出し速度 V_1 を上げても、40m/sec程度までは膜厚は増加するが、それ以上ガス吹き出し速度を上げても23Å程度で飽和してしまって膜厚はそれ以上増加しない。

これに対して、曲線B及び曲線Cに示すように、ガス噴射孔10の数を少なくしてガス吹き出し速度 V_1 をより大きい範囲まで上げた場合には、ガス吹き出し速度 V_1 が70～113m/secの範囲で、 SiO_2 の膜厚を24～25Å程

度まで上昇させることができ、高い成膜レートが得られることが判明する。そして、従来のガス噴射孔10の数が368個の場合では5分間での成膜レートの上限値が23 Å程度であることに鑑みると、ガス吹き出し速度V1の下限値は40 m/sec程度となり、より好ましくは5分間での成膜レートが24 Å程度となる70 m/sec程度である。

【0025】

ここでガス吹き出し速度V1の上限値について検討した。

図6に示すように、ここではガス吹き出し速度V1が113 m/sec（図4中のポイントC1に対応）の場合と207 m/secの場合についてウエハ半径方向のSiO₂の膜厚に関して検討した。他のプロセス条件は図4にて説明した場合と同様である。

図6に示すように、ガス吹き出し速度が113 m/secの場合には、膜厚の凹凸はそれ程激しくはなく、膜厚の面内均一性も3.82%であって良好な結果を示している。これに対して、ガス吹き出し速度が207 m/secの場合には、ガス吹き出し速度が過度に大きいことから、ガス噴射孔10に対応する部分の膜厚が極端に薄くなって転写されてしまい、全体として大きな凹凸が発生している。

【0026】

このため、このガス吹き出し速度が207 m/secの場合には膜厚の面内均一性が15.63%まで低下してしまい、好ましくない結果を示している。以上の点より、ヘッド距離L1が77 mmの場合には、ガス吹き出し速度V1の上限値は113 m/secであり、下限値は40 m/secであることが判明する。このようにガス吹き出し速度V1を大きくすると成膜レートが上昇する理由は、ウエハ面上におけるガスの表面速度が増加し、これに起因してタンタル酸化膜に対するO₂ガスやO₃ガスによる酸化力が増大するものと考えられる。

また、図4において、曲線Aの部分の膜厚の面内均一性は9.86~14.98%程度であってそれ程良好ではなかったが、曲線B及び曲線Cの部分の膜厚の面内均一性は3.32~3.82%程度であって、その特性は大幅に向上している。

【0027】

この場合、ガス噴射孔10が140個（曲線B）或いは88個（曲線C）形成されている形成領域50（図1及び図2参照）の直径D1は、ウエハWの直径D2と同一、或いはこれよりも小さく設定されており、例えば直径D2の70～100%の範囲内に設定されている。これにより、膜厚の面内均一性を一層向上させることが可能となる。尚、ガス噴射孔の数が368個（曲線A）の場合には、形成領域50の直径D1は、ウエハWの直径D2よりも僅かに大きく設定されている。

ここで、従来の処理装置のシャワーヘッド構造と本発明の処理装置のシャワーヘッド構造より吹き出されたガスの処理空間におけるガス速度の分布をシミュレーションしたので、そのシミュレーション結果について説明する。

図7は上記シミュレーション結果を示すグラフであり、処理容器内の右半分の状態を示している。図7（A）は従来の処理装置のシャワーヘッド構造より吹き出されたガス速度の分布を示しており、図4中の曲線Aに対応するものである。図7（B）は本発明の処理装置のシャワーヘッド構造より吹き出されたガス速度の分布を示しており、図4中の曲線Bまたは曲線Cに対応するものである。尚、図中、白色に近い部分程、ガスの速度が高い領域を示している。

【0028】

図7（A）に示すように、従来装置の場合には、ウエハWの表面のガス速度はそれ程速くなく、ウエハWの外周の部分のみの流速が速くなっているに過ぎない。これに対して、図7（B）に示すように、本発明装置の場合には、ウエハWの上面の大部分でガスの流速が速くなっていることが判明する。

上記装置例の場合には、ウエハサイズが200mm対応の処理装置であって、ヘッド距離L1が77mm程度の処理装置について説明したが、ウエハサイズには限定されず、例えばウエハサイズが300mm対応の処理装置についても本発明は適用することができる。この300mm対応の処理装置の場合には、載置台32やシャワーヘッド構造6の各直径は、上記ウエハサイズに対応して当然のこととして大きくなるが、ヘッド距離L1は、装置小型化の要請により、逆に小さく設定され、例えば15mm程度に設定される。

【0029】

ここで、上記ヘッド距離 L_1 が15mmの場合の300mmウエハ対応の処理装置について先に説明したと同様な実験を行ったところ、ガス吹き出し速度 V_1 の上限値は略67m/sec程度であった。このように、ガス吹き出し速度が、ウエハサイズ200mm対応の処理装置の場合の上限値である113m/secよりも低くなった理由は、上述のようにヘッド距離 L_1 が77mm程度から15mm程度に小さくなったため、より転写が起こり易くなったものと推測される。また、この時のガス吹き出し速度の下限値は、5分間の成膜レートの最小値を23Å程度とすると、32m/sec程度、好ましくは40m/sec程度である。ここでヘッド距離 L_1 が15mm場合の上記数値の根拠について説明する。

【0030】

上述のように、ウエハサイズが300mm対応の処理装置において、ヘッド距離 L_1 を小さくして15mmとした場合のシャワーヘッド構造において同様な実験をした結果は次のようなものであった。

ここでのガス噴射孔10は、流速を早く維持しつつ、転写を極力押さえ且つ均一な流れを達成するために直径を0.4mmとし、ガス噴射孔10の数は761個とした。また、プロセス温度は660℃、プロセス圧力は30Torr(4000Pa)である。吹き出し速度 V_1 を変化させるために、 O_2 ガスの流量を6000~10000sccm、 N_2 ガスの流量を0~9000sccmの範囲で変化させた。この際、 O_3 ガス流量はトータル流量の0.68%~2.17%の範囲で変化させている。

【0031】

図8はガス吹き出し速度 V_1 と、この時形成される SiO_2 膜の膜厚(5分間処理)との関係を示すグラフである。これによれば、ガス吹き出し速度 V_1 が32m/sec~102m/secの全流域で従来の成膜レートである23Åを上回る結果を得ることができると判明した。尚、吹き出し速度 V_1 が32m/secよりも小さい領域では O_2 ガス流量を6000sccm以下に設定する必要があるが、このように O_2 ガス流量が減少するとオゾン発生器からのオゾン発生が安定的に行われなくなるため、この領域でのデータは採取できなかった。

【0032】

また図9はヘッド距離が15mmの時のガス吹き出し速度の上限値を説明するためのグラフである。図9に示すように、ガス吹き出し速度 V_1 が67m/secの場合には膜厚の凹凸はそれ程激しくなくて膜厚の面内均一性も3.5%であって良好な結果を示している。これに対して、ガス吹き出し速度 V_1 が102m/secの場合には激しい転写が起きてしまい、全体として大きな凹凸が発生して膜厚の面内均一性も7.2%となって良好でない。従って、ガス吹き出し速度 V_1 の上限値は67m/secであることが判明する。

【0033】

そして、このガス吹き出し速度 V_1 の下限値は、上述のようにさらに低い流速であることが予想されるが、大きくとも32m/secである。これにより、図3中にてポイントP1～P4で囲まれる斜線で示される範囲が適正範囲であることが確認できる。尚、今後の技術革新により、ヘッド距離が15mmよりも更に小さな処理装置が開発されたならば、この適正領域は図3中にて更に左側の領域に延びることが予測される。

【0034】

このようにして、図3においてポイントP1、P2、P4、P3で囲まれる斜線の範囲が、改質アニール処理を行う上で最適な条件となる範囲であることが判明する。

そして、上記図3に示す斜線の範囲内であるならば、ヘッド距離 L_1 やガス吹き出し速度 V_1 を任意に設定することにより、前述したように、処理の面内均一性を高く維持できると共に、処理効率を向上させてスループットも向上させることができる。

尚、上記実施例におけるガス噴射孔10の直径や数量は単に一例を示したに過ぎず、これに限定されないのは勿論である。

【0035】

また、上記実施例では処理としてタンタル酸化膜のアニール改質処理を例にとって説明したが、これに限定されず、熱CVD処理装置、プラズマCVD処理装置、エッチング処理装置、酸化拡散処理装置、スパッタ処理装置等についても本

発明を適用することができる。

また、本実施例では被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用できるのは勿論である。

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の処理装置及び処理方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

請求項1、4～7に係る発明によれば、シャワーヘッド構造のガス噴射孔からのガス吹き出し速度を、シャワーヘッド構造と載置台との間の距離であるヘッド距離との関係で最適な範囲内に設定するようにしたので、処理の面内均一性を高く維持したまま、処理効率を向上させてスループットを大きくすることができる。

請求項2、3に係る発明によれば、ガス噴射孔の形成領域の直径を被処理体の直径よりも小さく設定することで、処理の面内均一性を一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る処理装置を示す断面構成図である。

【図2】

シャワーヘッド構造を示す下面図である。

【図3】

ヘッド距離とガス吹き出し速度との関係の最適範囲を示す図である。

【図4】

直径が200mmのシリコン基板よりなる半導体ウエハに対してアニールを施して改質処理を行った時のガス吹き出し速度とこの時形成された SiO_2 の膜厚との関係を示すグラフである。

【図5】

O_3 濃度と SiO_2 膜の膜厚との関係を示すグラフである。

【図6】

ヘッド距離が77mmの時のガス吹き出し速度の上限値を説明するためのグラフである。

【図7】

従来の処理装置のシャワーヘッド構造と本発明の処理装置のシャワーヘッド構造より吹き出されたガスの処理空間におけるガス速度の分布のシミュレーション結果を示す図である。

【図8】

ガス吹き出し速度と SiO_2 膜の膜厚（5分間処理）との関係を示すグラフである。

【図9】

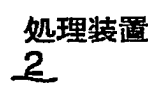
ヘッド距離が15mmの時のガス吹き出し速度の上限値を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

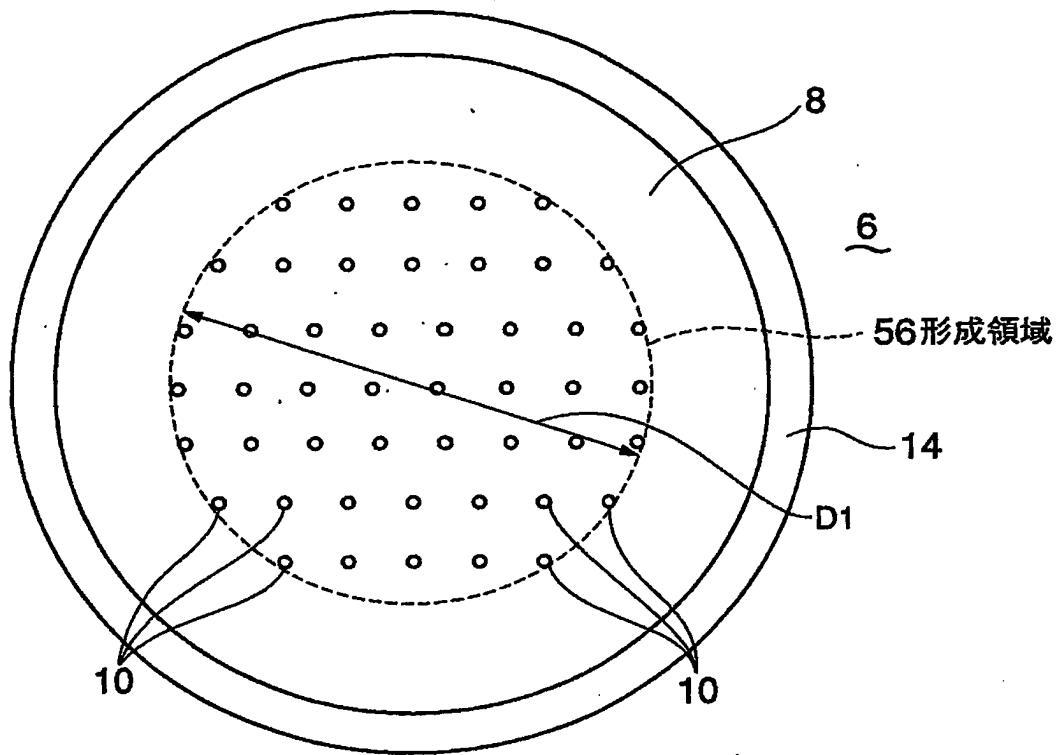
- 2 処理装置
- 4 処理容器
- 6 シャワーヘッド構造
- 8 ガス噴射面
- 10 ガス噴射孔
- 32 載置台
- 32A 載置面
- 56 ガス噴射孔の形成領域
- L1 ヘッド距離
- V1 ガス吹き出し速度
- W 半導体ウエハ（被処理体）

図面

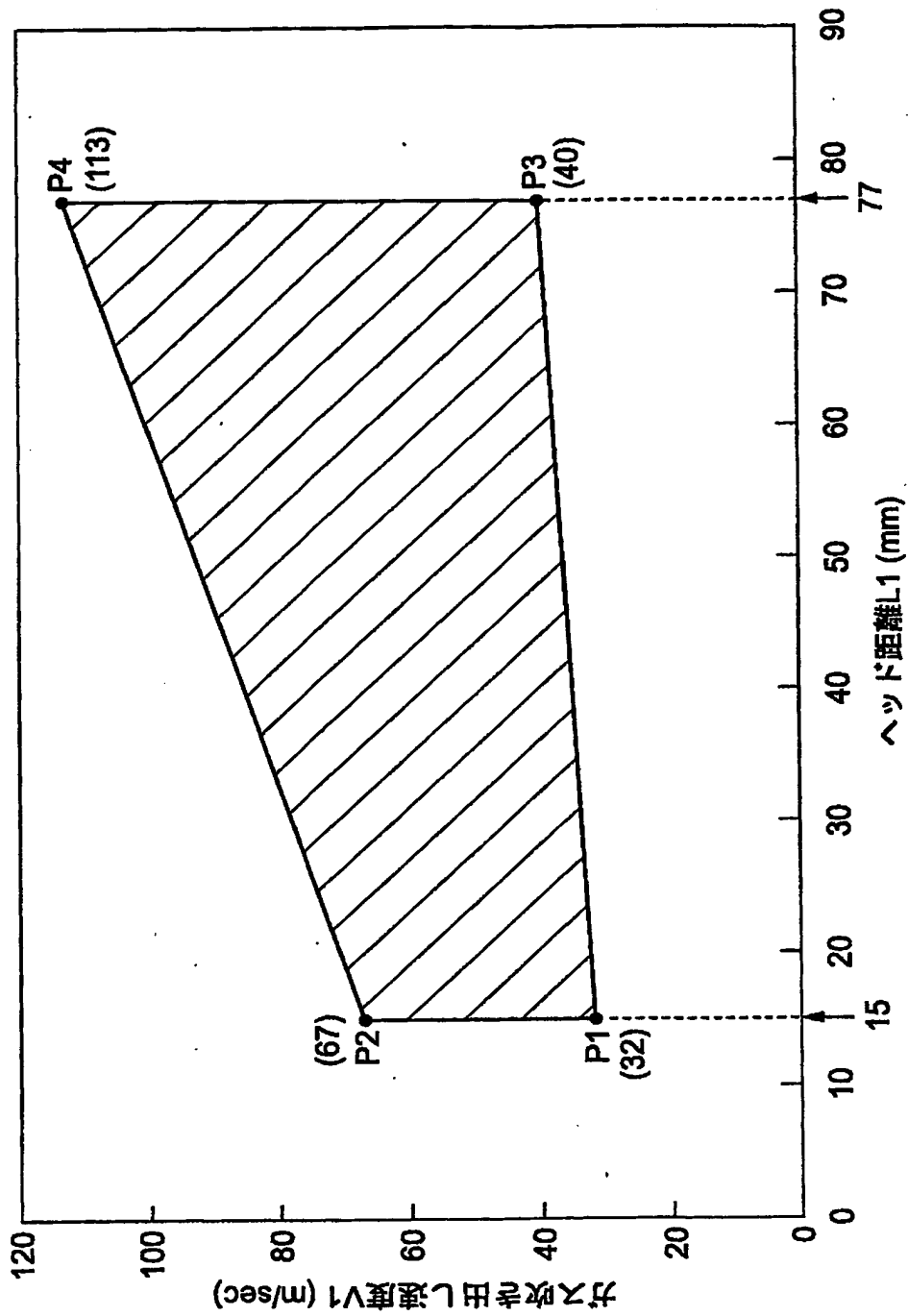
【図 1】



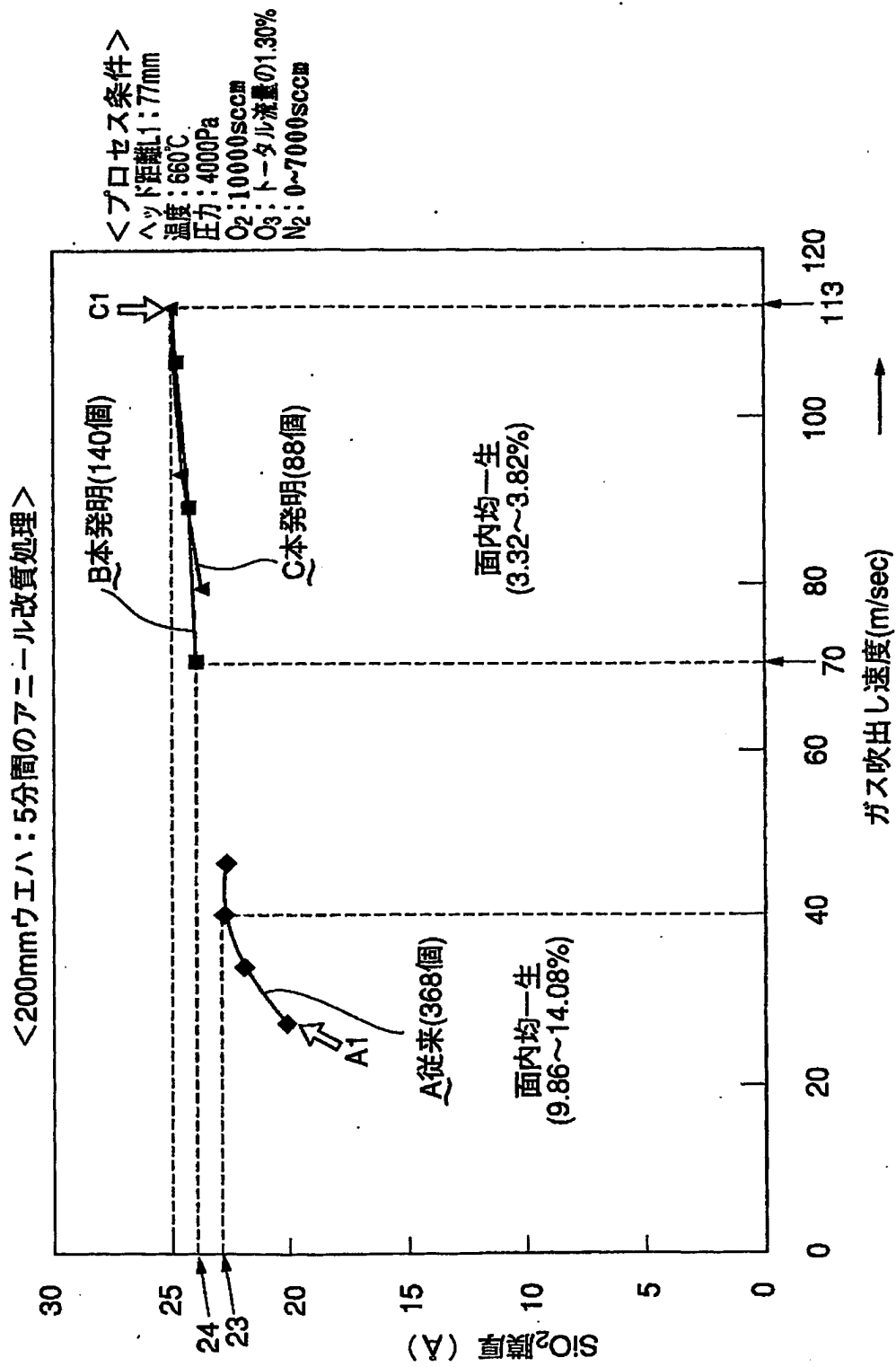
【図 2】



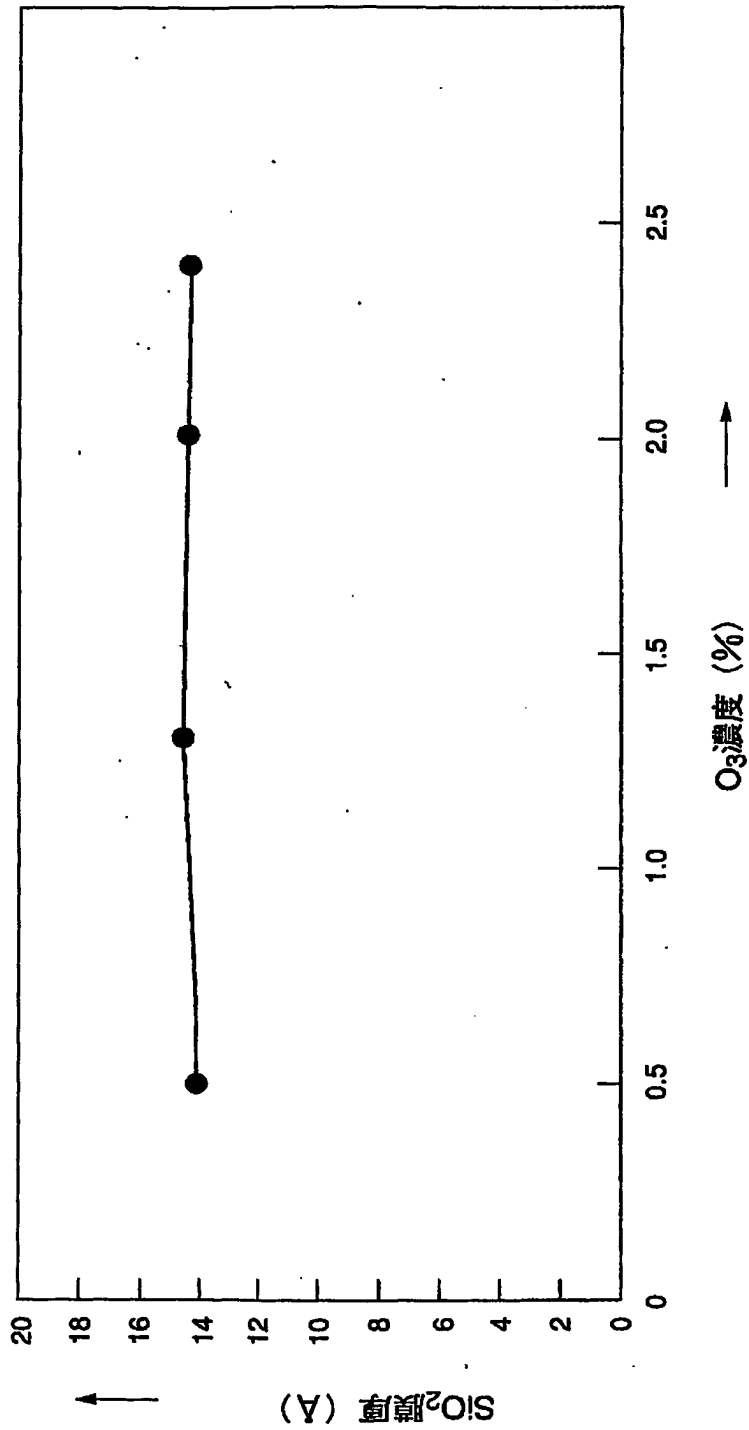
【図3】



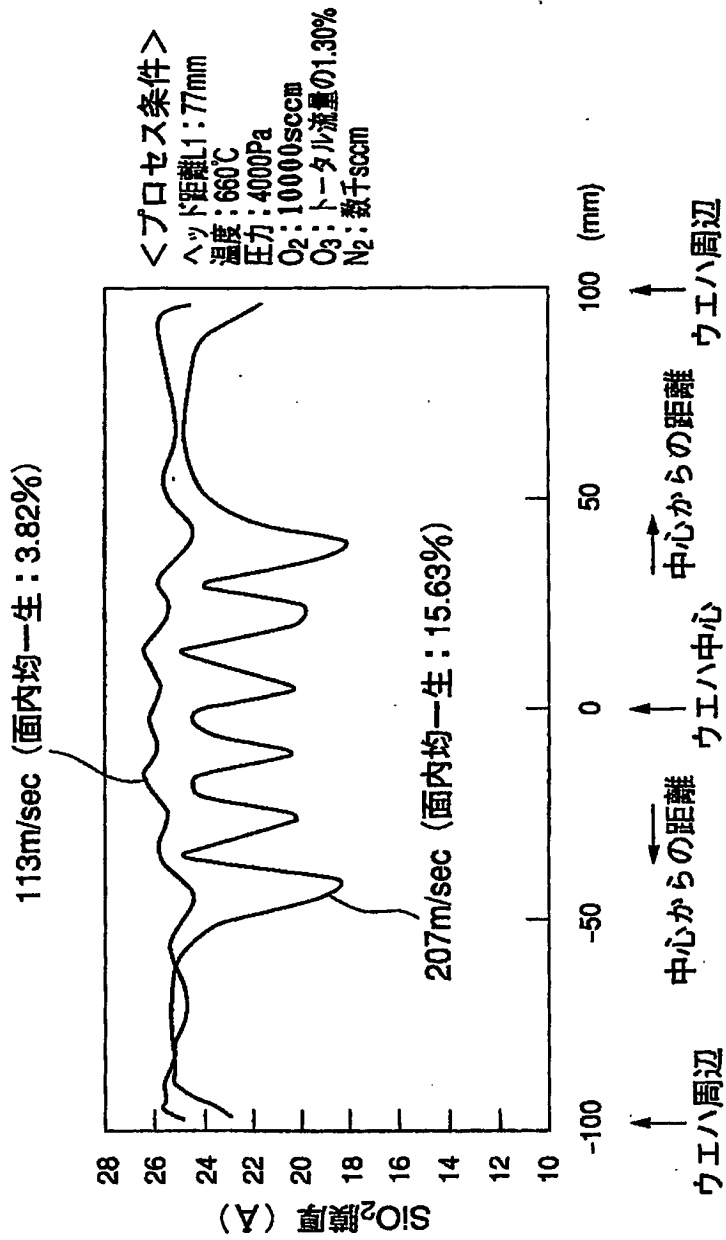
【図4】



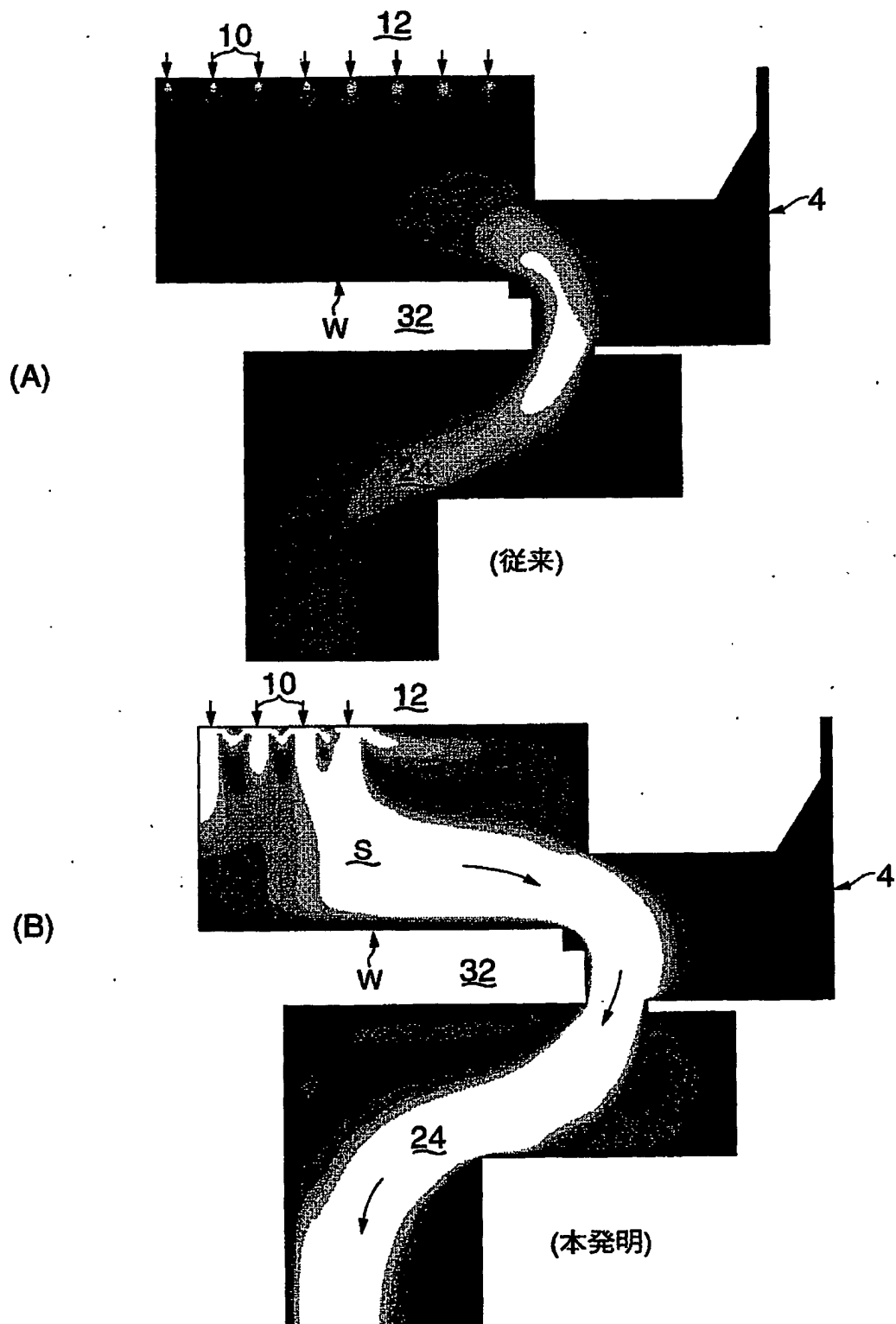
【図5】



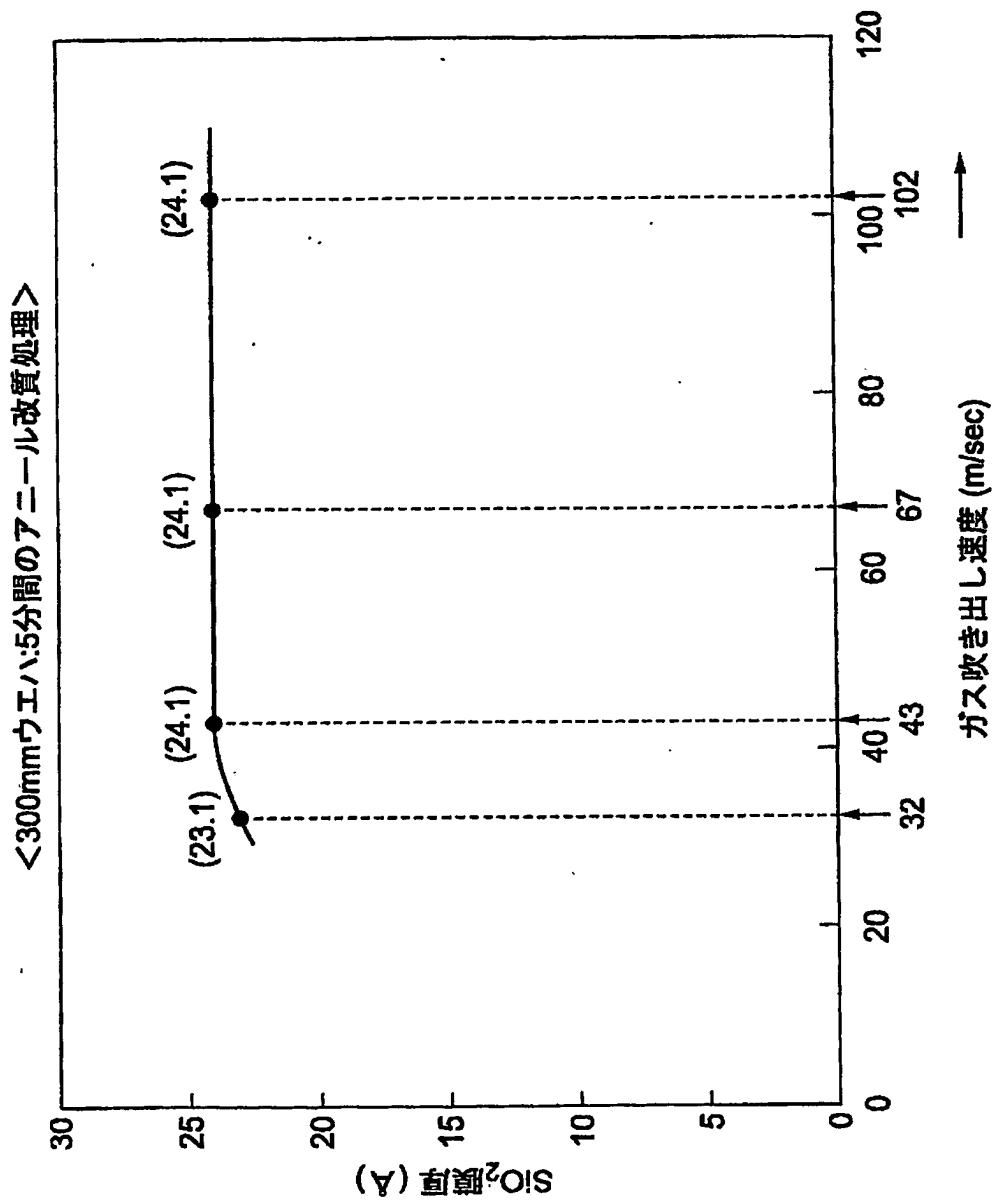
【図6】



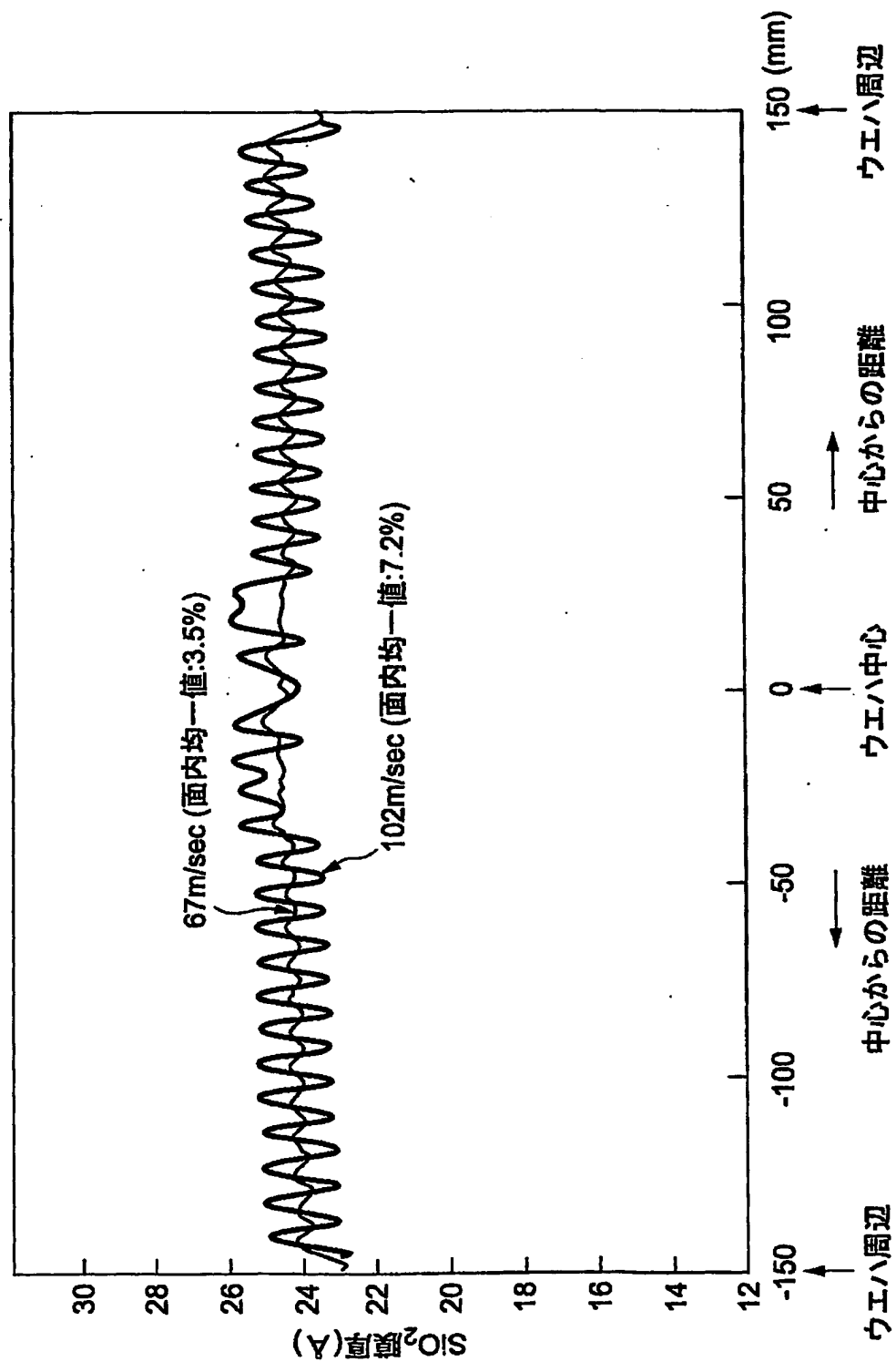
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱処理の面内均一性を低下させることなく高く維持して、熱処理のスループットを向上させることが可能な処理装置を提供する。

【解決手段】 処理容器4のシャワーヘッド構造6のガス噴射面8に形成した複数のガス噴射孔10より、処理ガスを処理容器内に導入し、前記シャワーヘッド構造に対向させて配置した載置台32の載置面32A上に載置された被処理体に所定の処理を施すようにした処理装置において、シャワーヘッド構造は、ガス噴射面と前記載置台との間のヘッド距離L1と、ガス噴射孔からのガス吹き出し速度V1との関係が、ヘッド距離が15mmの時はガス吹き出し速度が32m/secのポイントと67m/secのポイントと、ヘッド距離が77mmの時はガス吹き出し速度が40m/secのポイントと113m/secのポイントの各ポイントを直線で結んだ時に囲まれる範囲内になるように設定する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-028876
受付番号	50300186643
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 2月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 2月 5日
【特許出願人】	
【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100090125
【住所又は居所】	神奈川県横浜市中区長者町5-75-1-112
	0 浅井特許事務所
【氏名又は名称】	浅井 章弘

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社